ihren Rat, ihre Spende, ihr Eintreten für die Belange des DEI Hilfe gegeben haben. Sie haben dazu beigetragen, daß das Institut noch faktisch existiert, obwohl juristisch gesehen nur eine Projektgruppe Entomologie vorhanden ist.

Wollen Sie Mitglied des Vereins werden, oder nur mit uns in Verbindung treten, so wenden Sie sich bitte an folgende Anschrift: Verein der Freunde und Förderer des Deutschen Entomologischen Instituts e.V., Geschäftsführer:

Dr. Klaus ROHLFIEN
Schicklerstr. 5
D-16225-Eberswalde

Bei Ihrem Wunsch, Mitglied zu werden, würden wir Ihnen einen Aufnahmeantrag und ein Statut zusenden. Der Mitgliedsbeitrag beträgt DM 20,-/Jahr, ist aber natürlich nach oben nicht begrenzt.

Das System der Insekten*

Otto KRAUS

A. Einleitung

Für jeden Entomologen ist es wichtig, über die Stellung "seiner" Tiere im System informiert zu sein. Darüber hinaus wird er sich gelegentlich für die Verhältnisse in der Außengruppe interessieren; damit ist das jeweilige **verwandtschaftliche Umfeld** gemeint. Hierzu können die in den meisten Lehr- und Handbüchern dargestellten gängigen Systeme nicht ohne weiteres herangezogen werden. Das liegt daran, daß vergleichende Fragestellungen an einem System zu orientieren sind, das nicht etwa nur dem Anspruch genügt, ein Ordnungsschema zu bieten. Vielmehr muß es darüber hinaus über die tatsächliche Verwandtschaft zwischen den Teilgruppen und damit über die Stammesgeschichte informieren, soweit das bei dem derzeitigen Stand unserer Kenntnis möglich ist.

Ausgangslage: Die Mehrzahl der heute verfügbaren "Systeme" sollte besser als Klassifikationen bezeichnet werden. Sie stellen Einteilungs-Schemata dar, bei denen in unterschiedlicher Weise versucht worden ist, unter Berücksichtigung wissenschaftlich unpräziser Vorstellungen (wie Ähnlichkeit oder evolutives Niveau) eine Übersicht über die Formenmannigfaltigkeit der Natur zu bieten. Da hierbei vielfach subjektives Ermessen in die Darstellungen einfließt, ist es nicht verwunderlich, wenn die in verschiedenen Büchern gebotenen Systeme nicht übereinstimmen. Darüber hinaus ist der Wissenschaftler nur zu oft desorientiert, weil er (manchmal ohne es zu merken) nicht einzuschätzen vermag, auf welcher Grundlage er seine Befunde vergleichend einordnet; bei Studenten breitet sich Unsicherheit aus, weil sie, irritiert, nicht abschätzen können, welche Darstellung akzeptiert und gelernt werden soll. So kann fahrlässiger Umgang mit dem System letztlich alle Beteiligten daran hindern, zu der integrativen Ebene des Erkennens von Zusammenhängen und damit des Begreifens vorzudringen. Gibt es aber überhaupt **ein** zutreffendes, ein **richtiges System**? Diese Frage gewinnt zunehmend an Bedeutung.

---

* Dieser Beitrag ist eine leicht geänderte und ergänzte Fassung des 10. Kapitels des neuen Lehrbuches "**Physiologie der Insekten**" herausgegeben von M. GEWECKE im G. FISCHER Verlag (1995). Die Münchner Entomologische Gesellschaft dankt Autor und Verlag für die Genehmigung zum Abdruck und die gute Zusammenarbeit.

B. Methode: Phylogenetisches System

Etwa seit vier Jahrzehnten ist der Ausweg aus diesem Dilemma gewiesen und somit ohne weiteres möglich. Die Grundvoraussetzung hierfür besteht in der kompromißlosen Abkehr von Systemen, welche Elemente enthalten, die auf Typologie oder Intuition beruhen. Vielmehr ist ein System zu fordern, das reale Einheiten der Natur, also geschlossene Abstammungsgemeinschaften (**Monophyla**) in einem hierarchischen Gefüge präsentiert, wobei diese Ordnung, Schritt für Schritt, mit den Verzweigungen im Verlauf der Stammesgeschichte übereinzustimmen hat. Ein solches phylogenetisches System basiert auf der **Evolutionstheorie**. Da es nur **einen** Ablauf des historischen Prozesses der Stammesgeschichte gegeben hat, ist somit auch nur **ein** System möglich.

Nur dieses **Phylogenetische System** kann die Funktion einer verläßlichen Integrationsplattform erfüllen: der Physiologe wird hierdurch in die Lage versetzt, die Ergebnisse seiner Experimente, seine Resultate, vergleichend einzuordnen. Darüber hinaus bietet es ihm die Möglichkeit, gezielt Versuchsstrategien zu entwickeln, insbesondere bei der Wahl miteinander zu vergleichender Organismen aufgrund tatsächlicher Verwandtschaft. Demgegenuber wird mit einem der bisher üblich gewesenen Systeme der Insekten, in dem z.B. die Pterygota linear in die Ordnungen 6 bis 33 (WEBER und WEIDNER 1974) oder 1 bis 28 (STORCH und WELSCH 1991) "eingeteilt" sind, das Gegenteil eines Ordnungsgefüges mit dem wünschenswerten und tatsächlich auch benötigten Informationsgehalt geboten.

An dieser Stelle kann nicht auf die Methoden der Rekonstruktion des Ablaufs der Stammesgeschichte eingegangen werden; es wird verwiesen auf die zusammenfassenden Darstellungen durch HENNIG (1982) und AX (1984, 1988). Deshalb erfolgt hier nur der Hinweis, daß die Feststellung von Verwandtschaft im eigentlichen, strengen Sinne zu erfolgen hat. Das ist gleichbedeutend mit der Ermittlung der jeweiligen Monophyla. Diese können prinzipiell nur durch den gemeinsamen Besitz abgeleiteter Besonderheiten festgestellt und belegt werden (Abb. 2). Entsprechend bilden zum Beispiel alle Holometabola ein Monophylum, weil alle Vertreter dieses Taxon das innerhalb der Insekten abgeleitete Merkmal "Holometabolie" aufweisen; umgekehrt bilden die "Hemimetabola" aber kein Monophylum, denn sie stellen gleichsam den dann verbleibenden Rest der Pterygota dar, der die sogenannte unvollkommene Entwicklung aus dem Grundmuster letztlich der Articulata im Prinzip beibehalten hat. Genausowenig wurde man ernsthaft erwägen, etwa alle Pterygota, welche noch das Merkmal aufweisen "3 Medianaugen (= Ocellen) vorhanden", als geschlossene Abstammungsgemeinschaft anzusehen, da es sich hierbei um ein Grundmuster-Merkmal der Arthropoden insgesamt handelt; es ist in zahlreichen Gruppen der geflügelten Insekten ebenso beibehalten worden wie unter anderem bei den Collembolen.

Verwandtschaft wird deshalb im folgenden stets und konsequent mit dem Erwerb evolutiver Neuheiten begründet, also durch Apomorphien belegt. Ursprüngliche Merkmalsausprägungen (Plesiomorphien) sind hierfür unbrauchbar. Sie führen zu typologischer Einschatzung aufgrund oberflächlicher Ähnlichkeit (overall similarity), wie sie in der Vergangenheit in nicht monophyletischen Gruppenbildungen wie "Apterygota" "Hemimetabola" oder "Thysanura" Ausdruck gefunden hat.

C. Stammesgeschichte

I. Schwestergruppe

Die Insecta bilden, zusammen mit den Chilopoda und den Progoneata (zu denen die Symphyla und die Dignatha [= Diplopoda + Pauropoda] gehören), das ranghohe Taxon Tracheata. Hierbei handelt es sich um die Schwestergruppe zu den Krebsen (Crustacea) (Abb. 1). Entgegen der Bezeichnung Tracheata sollte der gemeinsame Besitz von Tracheen jedoch nicht zur Begründung dieses Monophylum herangezogen werden, da derartige Atmungsorgane möglicherweise mehrfach unabhängig ausgebildet worden sind.

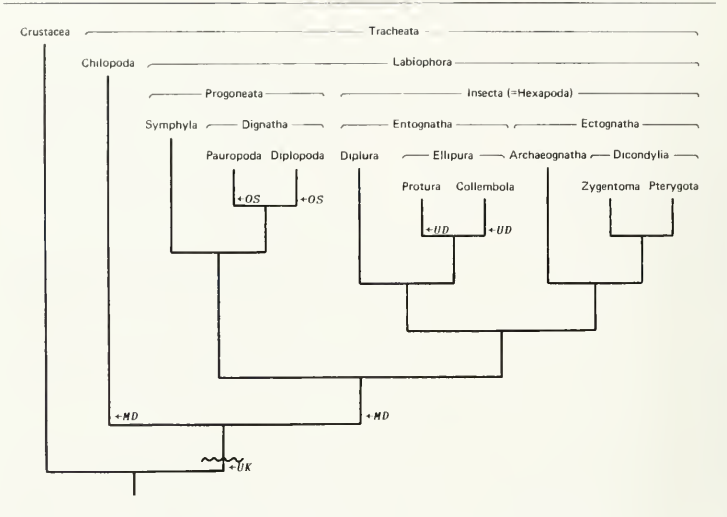


Abb. 1. Stammbaum der Mandibulata, unter Beschränkung auf die Verwandtschafts-Verhältnisse zwischen den hochrangigen Teiltaxa der Tracheata. Die Wellenlinie auf der Stammlinie der Tracheata weist auf den Übergang vom Wasser- zum Landleben hin. Pfeile markieren das jeweilige stammesgeschichtliche Mindestalter aufgrund der fossilen Überlieferung (soweit bekannt). UK Unter-Kambrium, OS Ober-Silur, UD Unter-Devon, MD Mittel-Devon (nach KRAUS und KRAUS 1994).

Inzwischen mehren sich die Hinweise, daß Tracheen innerhalb der Tracheata bis zu fünfmal in paralleler Evolution "erfunden" worden sind: zweimal bei den Chilopoda sowie außerdem bei den Symphyla, den Dignatha sowie den Insecta. Deshalb muß mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß die Markierung eines einmaligen Überganges vom Wasser- zum Landleben in Fig. 1 (Wellenlinie) nicht zutrifft.

Die Begründung der geschlossenen Abstammungsgemeinschaft Tracheata basiert vielmehr auf der totalen Reduktion des Extremitätenpaares III des Kopfes, das den Antennen II der Crustacea homolog ist; das zugehörige Segment (Intercalarsegmet) ist durch das Tritocerebrum repräsentiert. Eine weitere exquisite Besonderheit der Tracheaten besteht darin, daß die Mandibeln aus einem ganzen Gliedmaßenpaar gebildet worden sind (telognathe oder Ganzbein-Mandibeln) und deshalb auch nie einen Kiefertaster (Palpus) aufweisen (im Gegensatz zu den lagegleichen, aber gnathobasischen Mandibeln der Crustaceen).

Auf die bislang allgemein angenommene Gruppe "Myriapoda" muß künftig verzichtet werden, da es sich hierbei nicht um ein Monophylum handelt, sondern lediglich um die willkürliche Zusammenfassung all derjenigen Tracheata, die nicht zu den Insekten gehören. Die tatsächlichen Schwestergruppen-Verhältnisse sind in Abb. 1 dargestellt und begründet (Kraus und Kraus, 1993, 1994). Deshalb sei hier nur angeführt, daß der Mundraum der Chilopoda bereits von den Maxillen I abgeschlossen und begrenzt wird, während ein weitgehend extremitätenhafter Charakter der Maxillen II, die nicht als Mundwerkzeuge im eigentlichen Sinne funktionieren, beibehalten worden sind. Demgegenüber ist es bei allen Vertretern der Labiophora, also der Schwestergruppe der Chilopoda, die Maxille II, welche den Mundraum nach unten bzw. hinten abschließt.

Die Monophylie der Progoneata ist unter anderem belegt durch die Verlagerung der Geschlechtsöffnung nach vorn zwischen das 3. und 4. Beinpaar (Progoneatie), aber auch durch den Besitz spezieller Bothriotrichen (DOHLE 1980). Demgegenüber ist die Monophylie der Schwestergruppe, also der Insecta, u.a. zu begründen durch Verweis auf die spezielle Zweiteilung des postcephalen Körpers in 3 Thorax- und die anschließenden primär 11 Abdominal-Segmente. Das geht einher mit der Ausbildung dreier lokomotorischer thorakaler Extremitätenpaare, bei gleichzeitiger Tendenz zu weitgehender bis völliger Reduktion der abdominalen Gliedmaßen.

II. Basale Dichotomien

Wahrscheinlich bereits im Kambrium erfolgte die Aufspaltung der Stammlinie der Insekten in die beiden großen Teilgruppen **Entognatha** und **Ectognatha** (Abb. 1). Während bei den Entognatha die Maxillen II ventral in die Kopfkapsel eingeschmolzen und gleichzeitig die Mandibeln sowie Maxillen I in das Innere dieser Kapsel sekundär verlagert erscheinen*, haben die Ectognatha den ursprünglichen Zustand mit außen an der Kopfkapsel angelenkten Mundgliedmaßen beibehalten; das ist bei jeder Heuschrecke unschwer zu erkennen. Somit kann die Monophylie der Ectognatha nicht mit einem Merkmal "Ectognathie", also einer Plesiomorphie, begründet werden, wohl aber durch den Erwerb von dreigliedrigen Geißelantennen. Entsprechend konsequent muß bei der Analyse der weiteren stammesgeschichtlichen Aufspaltung dieser beiden großen Entwicklungslinien argumentiert werden: Die Entognatha haben den ursprünglichen flügellosen Zustand ebenso unverändert aus dem Grundmuster der Insekten übernommen wie die Archaeognatha (Felsenspringer) und die Zygentoma (z.B. Silberfischchen) unter den Ectognatha. Lediglich bei den (hinsichtlich der Beibehaltung des ursprünglichen ectognathen Zustandes "primitiven") Ectognatha sind bei einer der drei hochrangigen Teilgruppen Flügel "erfunden" worden. Diese evolutive Neuheit belegt zwar die Monophylie einer geschlossenen Abstammungsgemeinschaft Pterygota, sie berechtigt aber nicht dazu, diejenigen Insektengruppen, wie vielfach geschehen, als "Apterygota" zusammenzufassen, welche die Plesiomorphie der primären Flügellosigkeit noch immer aufweisen. Andernfalls würde man stammesgeschichtliche Verzweigungen, einhergehend mit dem Erwerb wesentlicher evolutiver Neuheiten (Apomorphien), regelrecht vertuschen; hierzu braucht z.B. nur hingewiesen zu werden auf die totale Reduktion der Antennen bei den Protura oder den Erwerb des Ventraltubus und der Furca bei den Collembola.

Aus dem begründeten Stammbaum leitet sich unter Einbezug der nächst verwandten Außengruppen (KRAUS und KRAUS 1993, 1994) das nachstehende Phylogenetische System ab (HENNIG 1969, 1981), wobei die Darstellung zunächst auf die hohen Hierarchie-Ebenen beschränkt wird (Tab. 1). Dieses System muß als zutreffend angesehen werden, solange die ihm zugrunde liegende Stammbaum-Rekonstruktion nicht teilweise oder ganz widerlegt worden ist.

Es empfiehlt sich, wie hier geschehen, auf Kategorien-Bezeichnungen wie Klasse, Unterklasse, Überordnung, Ordnung, Unterordnung usw. ganz zu verzichten, da hierdurch fast immer unzutreffende Äquivalenzen vorgetäuscht werden. Wenn eine Form des Ausdrucks der verschiedenen Hierarchie-Ebenen und damit von Äquivalenzen als notwendig erachtet werden sollte, dann dürfte das vergleichsweise neutrale Verfahren der Dezimal-Klassifikation noch am ehesten vertretbar sein (Tab. 1 bis 3).

---

* Inzwischen bestehen Zweifel, ob eine Gruppe Entognatha durch Verweis auf das Merkmal "Entognathie" hinlänglich begründet werden kann: Parallelismus ist nicht auszuschließen. Hingewiesen sei ferner auf die noch unbefriedigende Begründung der Monophylie der Diplura (vgl. Abb. 1, Tab. 1). - Konsequenzen können aber erst gezogen werden, wenn laufende Arbeiten konkrete Belege geliefert haben.

III. Dichotomien innerhalb der Pterygota

1. Basale Verzweigung

Die stammesgeschichtliche Zweiteilung der Pterygota in **Palaeoptera** (mit Ephemeroptera und Odonata) und **Neoptera** ist in Abb. 2 dargestellt. In diesem Falle sind die wesentlichsten evolutiven Neuheiten (Apomorphien) eingetragen, um das Argumentationsprinzip bei der Begründung von Verwandtschaft exemplarisch darzustellen. Danach ist das Phylogentische System wie in Tab. 2 zu schreiben.

2. Stammesgeschichte und System der Neoptera

Innerhalb der Pterygota stellen die Neoptera die mit Abstand formenreichste und damit erfolgreichste Teilgruppe dar. Wie bereits einleitend bemerkt, werden ihre Untereinheiten gewöhnlich in Gestalt von 28 Ordnungen mehr oder weniger linear gereiht. Der Stammbaum (Abb. 3) zeigt jedoch, daß diese Subtaxa unterschiedlichen Hierarchie-Ebenen zuzuordnen sind. So erweisen sich beispielsweise die Thysanoptera (Blasenfüße oder Fransenflügler) als stammesgeschichtliches Äquivalent zu der Gesamtheit der Hemiptera (Schnabelkerfe).

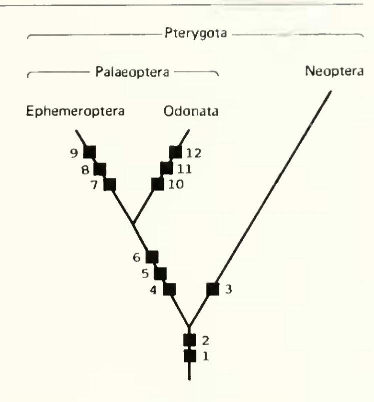
Es würde den Rahmen der hier zu bietenden Übersicht sprengen, wollte man im folgenden für den Stammbaum der Neoptera ebenfalls die jeweiligen Begründungen eintragen und anführen. Deshalb wird auf die vollständigen Angaben verwiesen, die von HENNING (1969, 1981) zusammenfassend dargestellt und kritisch erörtert worden sind (KRISTENSEN 1981).

Statt dessen kommt es hier primär darauf an, die nach dem derzeitigen Stande unserer Kenntnis wahrscheinlichsten **Verwandtschaftshypothesen** in einem Diagramm darzustellen und dabei noch bestehende Unsicherheiten zu verdeutlichen. Dieser Stammbaum wird sodann umgesetzt in ein hierarchisches System der Neoptera (Tab. 3), das mit dem realhistorischen Prozeß der Stammesgeschichte kongruent ist und zugleich diejenigen Positionen erkennen läßt, bei denen heute noch Unklarheit besteht. In diesem geschriebenen System (Tab. 3) sind Äquivalenzen (jeweiligen Schwestergruppen-Verhältnissen entsprechend) durch gleichsinniges Einrücken verdeutlicht. Erscheinen in einigen Fällen mehr als nur zwei Gruppen auf derselben Hierarchie-Ebene, so bedeutet das, daß die Verwandtschaftsbeziehungen noch nicht abschlie-

Tab. 1. System der Tracheata.

1	**Chilopoda** (Hundertfüßer)
2	**Labiophora**
2.1	Progoneata
2.1.1	Symphyla (Zwergfüßer)
2.1.2	Dignatha
2.1.2.1	Pauropoda (Wenigfüßer)
2.1.2.2	Diplopoda (Doppelfüßer)
2.2	Insecta [= Hexapoda] (Insekten)
2.2.1	Entognatha
2.2.1.1	Diplura (Doppelschwänze)
2.2.1.2	Ellipura
2.2.1.2.1	Protura (Beintastler)
2.2.1.2.2	Collembola (Springschwänze)
2.2.2	Ectognatha
2.2.2.1	Archaeognatha (Felsenspringer)
2.2.2.2	Dicondylia
2.2.2.2.1	Zygentoma ("Silberfischchen")
2.2.2.2.2	Pterygota (Geflügelte Insekten)

Abb. 2. Basaler Stammbaum der Pterygota. Die jeweils eingetragenen "evolutionary novelties" (■) stellen Apomorphien zur Begründung von Verwandtschaft bzw. Belege für die Monophylie der drei Taxa dar. Hierdurch wird die Argumentationsweise exemplarisch verdeutlicht, mittels derer auch die in Abb. 1 und 3 wiedergegebenen Diagramme erarbeitet worden sind. **1** Pterygotie (Flügel an Meso- und Metathorax); **2** Verlust der Coxalblasen; **3** Neopterie (spezielle Differenzierung der Flügelbasis); **4** kurze, borstenförmige Fühlergeißel der Imagines; **5** sekundär aquatische Lebensweise der Larven; **6** Verschmelzung von Galea und Lacinia der 1. Maxillen der Larven; **7** Reduktion der Mundwerkzeuge der Imagines, **8** Verlagerung der Existenz auf die Larven, einhergehend mit extremer Kurzlebigkeit der Imagines; **9** Palmensches Organ; **10** spezielle Flügelbasis; **11** direkte Flügelbewegung; **12** Fangmaske der Larven.



ßend geklärt werden konnten. Die am Rande vorgenommene Dezimal-Klassifikation läßt das gleichfalls erkennen, da in solchen Fällen die Alternativen (1) und (2) überschritten sind, so daß die Ziffern (3) bis maximal (5) vorkommen. Das trifft bis auf weiteres leider sogar noch immer für die basale Aufgliederung der Neoptera zu. Hier sind **Plecoptera**, **Paurometabola**, **Paraneoptera** und **Holometabola** vorerst nebeneinandergestellt, da die wechselseitigen Verwandtschafts-Verhältnisse dieser Teiltaxa noch nicht abschließend bewertet werden können. Eine ähnliche Situation ist bis auf weiteres z.B. auch bei den Blattopteriformia, dem Orthopteroidea, sowie in besonderem Umfang bei den Holometabola gegeben. Gebenüber diesen damit verdeutlichten wissenschaftlichen Problemen sind z.B. bei den Mecopteroidea vergleichsweise klare Verhältnisse gegeben.

Die hier bewußt angesprochenen Schwachstellen des gegenwärtigen Phylogenetischen Systems der Neoptera dürfen jedoch nicht als Mangel oder gar als ein Zeichen von Inkonsequenz mißverstanden werden. Vielmehr ergeben sie sich überhaupt erst dadurch, daß das Phylogenetische System (im Gegensatz zu der heilen Welt herkömmlicher Klassifikationen) offene wissenschaftliche Fragen auch erkennen läßt und damit konkrete **Fragestellungen** induziert.

Tab. 2. System der Pterygota (nur hochrangige Taxa, entsprechend der basalen stammesgeschichtlichen Differenzierung).

1	**Palaeoptera**
1.1	Ephemeroptera (Eintagsfliegen)
1.2	Odonata (Libellen)
2	**Neoptera**

Literatur

AX, P. 1984: Das Phylogenetische System. Systematisierung der lebenden Natur aufgrund ihrer Phylogenese. - Fischer, Stuttgart.

-- 1988: Systematik in der Biologie. Darstellung der stammesgeschichtlichen Ordnung in der lebenden Natur. - Fischer, Stuttgart.

DOHLE, W. 1980: Sind die Myriapoden eine monophyletische Gruppe? Eine Diskussion der Verwandtschaftsbeziehungen der Antennaten. - Abh. naturwiss. Ver. Hamburg (NF) **23**, 45-103.

Tab. 3. System der Neoptera. (Kritische Anmerkungen zu einzelnen Positionen sind in der Legende zu Abb. 3 gegeben).

1	**Plecoptera** (Steinfliegen)
2	**Paurometabola**
2.1	Embioptera (Embien, Spinnfußer)
2.2	Orthopteromorpha (Geradflügler im weitesten Sinne)
2.2.1	Blattopteriformia
2.2.1.1	Notoptera (Grillenschaben)
2.2.1.2	Dermaptera (Ohrwurmer)
2.2.1.3	Blattopteroidea
2.2.1.3.1	Blattodea
2.2.1.3.1.1	Blattaria (Schaben)
2.2.1.3.2	Isoptera (Termiten)
2.2.2	Orthopteroidea
2.2.2.1	Ensifera
2.2.2.2	Caelifera (Feldheuschrecken im weitesten Sinne)
2.2.2.3	Phasmatodea (Gespenst-, Stabheuschrecken)
3	**Paraneoptera**
3.1	Zoraptera
3.2	Acercaria
3.2.1	Psocodea
3.2.1.1	Psocoptera (Flechtlinge, Staub-, Bücherläuse)
3.2.1.2	Phthiraptera (Feder- und Haarlinge; Läuse)
3.2.2	Condylognatha
3.2.2.1	Thysanoptera (Fransenflugler, Blasenfüße)
3.2.2.2	Hemiptera (Schnabelkerfe)
3.2.2.2.1	Heteropteroidea
3.2.2.2.1.1	Coleorrhyncha (Peloridiiden)
3.2.2.2.1.2	Heteroptera (Wanzen)
3.2.2.2.2.	Stenorrhyncha
3.2.2.2.2.1	Aphidomorpha
3.2.2.2.2.1.1	Aphidina (Blattläuse)
2.2.2.2.2.1.2	Coccina (Schildläuse)
3.2.2.2.2.2	Psyllomorpha
3.2.2.2.2.2.1	Aleyrodina (Mottenschildläuse)
3.2.2.2.2.2.2	Psyllina (Blattflöhe)
3.2.2.2.2.3	Auchenorrhyncha (Zikaden i. weit. Sinne)
3.2.2.2.2.3.1	Fulgoriformes (Laternenträger)
3.2.2.2.2.3.2	Cicadiformes (Zikaden i. eng. Sinne)
4	**Holometabola**
4.1	Neuropteroidea
4.1.1	Megaloptera
4.1.2	Rhaphidioptera (Kamelhalsfliegen)
4.1.3	Planipennia (Hafte, Netzflügler i. eng. Sinne)
4.2	Coleoptera (Käfer)
4.3	Strepsiptera (Fächerflügler)
4.4	Hymenoptera
4.5	Mecopteroidea
4.5.1	Amphiesmenoptera
4.5.1.1	Trichoptera (Köcherfliegen)
4.5.1.2	Lepidoptera (Schmetterlinge)
4.5.2	Antliophora
4.5.2.1	Mecoptera (Schnabelfliegen)
4.5.2.2	Diptera (Zweiflügler)
4.5.2.3	Siphonaptera (Flöhe)

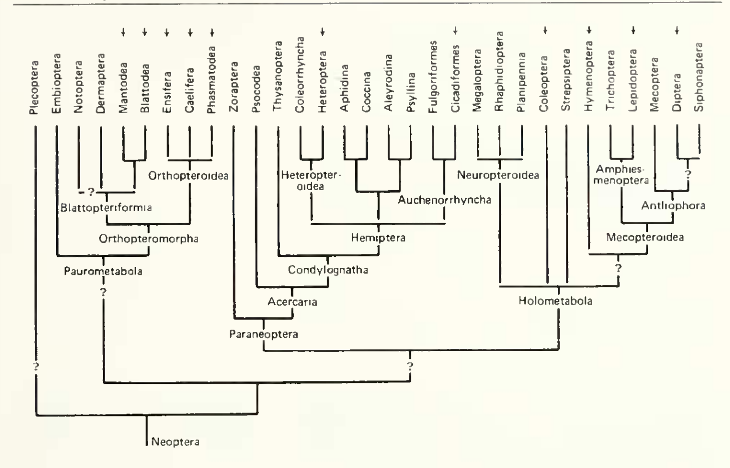


Abb. 3. Stammbaum der Neoptera. Pfeile weisen auf 11 von 31 Gruppen hin, zu denen die derzeit wichtigsten Versuchstiere gehoren und verdeutlichen hierdurch indirekt diejenigen Bereiche, die demgegenüber zur Zeit keine oder nur geringe Berücksichtigung finden. Fragezeichen und Unterbrechungen von Verzweigungslinien sowie die Zusammenfassung von mehr als zwei Gruppen durch eine horizontale Linie weisen auf ungenugende Sicherung von Verwandtschaftsverhältnissen bzw. auf noch offene Fragen hin. Die Darstellung enthält nur die wichtigeren Namen von Gruppen höheren Ranges (horizontale Schrift); vollständige Angaben sind Tab. 3 zu entnehmen. - Anmerkungen: HENNING (1969) betrachtete die Plecoptera nicht als Schwestergruppe aller übrigen Neoptera sondern der Paurometabola; deren Monophylie ist ungenügend begründet. Auch die hier angenommenen Schwestergruppen-Verhältnisse zwischen Hymenoptera und Mecopteroidea sowie zwischen Diptera und Siphonaptera bedürfen der Sicherung.

HENNING, W. 1969: Die Stammesgeschichte der Insekten. - Kramer, Frankfurt a.M.
-- 1981: Insect phylogeny. - Wiley, Chichester.
-- 1982: Phylogenetische Systematik. - Paul Parey, Berlin.
KRAUS, O. & KRAUS, M. 1993: Phylogenetisches System der Tracheata: Die Frage nach der Schwestergruppe der Insekten. - Mitt. dtsch. Ges. allg. angew. Entomol., **8.2**, 441-445.
-- ,-- 1994: On "Myriapoda" - Insecta interrelationships, phylogenetic age and primary ecological niches. - Verh. naturwiss. Ver. Hamburg, (NF) **34**, 5-36.
KRISTENSEN, N.P. 1981: Phylogeny of insect orders. - Ann. Review Entomol. **26**, 135-157.
STORCH, V. & WELSCH, U. 1991: Systematische Zoologie. - Fischer, Stuttgart.
WEBER, H. & WEIDNER, H. 1974: Grundriß der Insektenkunde. - Fischer, Stuttgart.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Otto KRAUS
Rotbuchenstieg 15
D-22297 Hamburg